

PROJECTO PORTO GRAVÍTICO: REFORMULAÇÃO DE UM SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA CENTENÁRIO

Porto Gravítico Project: Reformulation of a Centennial Water Supply System

JOAQUIM POÇAS MARTINS ⁽¹⁾ & RITA CUNHA ⁽²⁾

⁽¹⁾ Professor Associado com Agregação, FEUP,

Rua do Dr. Roberto Frias, s/n, 4200-465 Porto, pmartins@fe.up.pt

⁽²⁾ Aluna finalista do Mestrado Integrado em Engenharia Civil, FEUP,

Rua do Dr. Roberto Frias, s/n, 4200-465 Porto, ec01170@fe.up.pt

Resumo

Apresenta-se, neste artigo, um novo conceito para o sistema de abastecimento de água ao Porto, inteiramente gravítico, a partir dos pontos de entrega existentes, eliminando, em condições normais, as seis estações elevatórias integradas no sistema. Esta solução, para além de mais económica e de funcionamento mais simples, é também mais fiável e segura, uma vez que contempla, através da criação de novas malhas, vários percursos alternativos para a água chegar aos reservatórios de distribuição. Em conjunto com outras intervenções no domínio da redução de perdas, esta solução permite ainda evitar a construção de dois reservatórios adicionais, anteriormente previstos. A poupança global é de 12 milhões de euros em termos de investimento e de 1,1 milhões de euros anuais em custos de exploração.

Palavras-chave: Águas do Porto, Abastecimento de Água, Porto Gravítico, Modelação, EPANET.

Abstract

This paper presents a new concept for the water supply system to the city of Porto, fully operated by gravity from the existing points of delivery, eliminating, in normal conditions, the six pumping stations integrated in the system. This solution, in addition to more economical and simpler to operate, it is also more reliable and robust, since it allows, through the creation of new loops, alternative routes to each water reservoir. Together with other interventions leading to significant reduction of water losses, it makes it possible to avoid the construction of additional reservoirs, with a saving of 12 million euros in terms of investment and of 1.1 million euros per year in operating costs.

Palavras-chave: Águas do Porto, Water Supply, Porto Gravítico, Modelling, EPANET.

1. Introdução

O sistema de abastecimento público domiciliário de água ao Porto arrancou em 1887 e foi objecto de várias alterações posteriores.

A cidade, de topografia ondulada, desenvolve-se ao longo de 100 km², entre o nível do mar e a cota 160 metros. Recebe, actualmente, água captada no rio Douro, na albufeira de Crestuma-Lever, a 20 quilómetros do Porto, onde é tratada.

Ao longo deste percurso, para vencer o relevo, é elevada para reservatórios de adução às cotas 140 e 180 metros, a partir dos quais se processa o abastecimento de água ao Porto e a outros municípios da área Metropolitana do Porto.

Em 1996, a captação, tratamento e adução passaram para a gestão da empresa multimunicipal Águas do Douro e Paiva, S.A..

Em 2006, os SMAS - Serviços Municipalizados de Águas e Saneamento - foram transformados na empresa municipal Águas do Porto, E.M..

O sistema de distribuição dispunha de seis estações elevatórias, que funcionavam com 36 operadores e consumiam 5 milhões de kWh/ano. O custo de exploração destas estações elevatórias foi, em 2006, de 1,1 milhões de euros, correspondendo € 700 000 a pessoal e € 400 000 a energia. A percentagem de água não facturada era, em 2006, de 54%. No presente trabalho apresenta-se uma nova solução que permite, em condições normais, assegurar o abastecimento gravítico em toda a cidade a partir de um número mais reduzido de pontos de entrega do referido sistema de adução multimunicipal, sem necessidade de recorrer àquelas seis estações elevatórias e com vantagens adicionais em termos de eficiência e fiabilidade.

2. Conceito

O Projecto Porto Gravítico partiu de uma constatação surpreendentemente simples: para vencer o relevo, ao longo do percurso das condutas adutoras, entre a estação de tratamento de Lever e a cidade, a água tem de ser elevada para o reservatório de Ramalde, à cota 180 metros, cerca de 20 metros superior à cota do terreno no ponto mais alto da cidade.

Por outro lado, constatou-se que a maioria das condutas principais da rede de distribuição não estava interligada, pelo que a rotura de uma delas deixava parte da cidade sem água.

Neste contexto, importava averiguar se seria possível evitar o recurso à bombagem no sistema de distribuição e, complementarmente, aumentar a fiabilidade do sistema de distribuição.

Para tal, através da análise detalhada da rede, foi possível conceber novas zonas de distribuição, de funcionamento gravítico, adaptadas à topografia do terreno. Identificou-se a possibilidade de, construindo apenas pequenos troços de condutas, fechar diversas malhas e criar um anel central de condutas principais, no interior da cidade, que pode ser abastecido, em vários pontos, a partir do sistema da Águas do Douro e Paiva.

A nova solução, conjugada com a redução de perdas, evita a construção dos reservatórios da Prelada e do Covelo, previstos em estudos anteriores, com problemas de localização e um custo estimado de 12 milhões de euros.

3. Redefinição das Zonas de Abastecimento

O sistema de abastecimento domiciliário de água ao Porto gerido pelos Serviços Municipalizados, em finais de 2006, estava organizado em grandes zonas de distribuição, recebendo água da empresa Águas do Douro e Paiva em doze pontos de ligação, Figura 1.

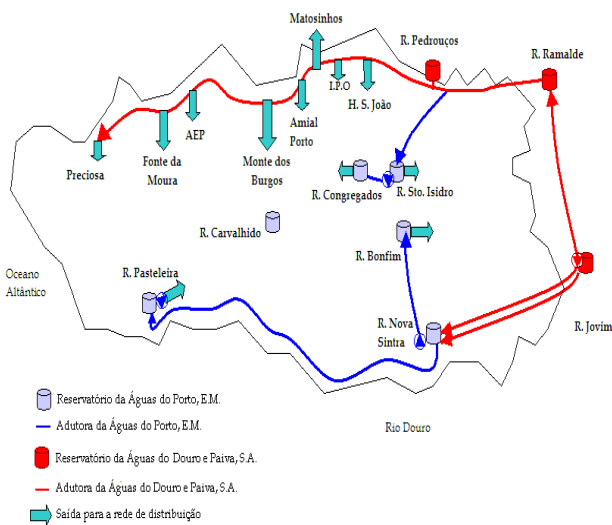


Figura 1. Sistema Adutor da cidade do Porto (Dezembro 2006).

No âmbito do conceito anteriormente expresso, as novas zonas de abastecimento deveriam ser fechadas ou passíveis de controlo em termos de entradas e saídas, sem prejuízo de se estabelecerem nós de interligação entre as zonas, com válvulas de corte, para funcionamento em casos especiais de avaria ou emergência.

Uma vez que o sistema adutor existente permitia o abastecimento a partir de dois reservatórios principais, Jovim, à cota 140 metros e Ramalde, à cota 180 metros, interessava, para economia global de energia, maximizar a alimentação a partir do reservatório situado à cota mais baixa.

Assim, os reservatórios de Nova Sintra (92 metros), Bonfim (125 metros), Santo Isidro (125 metros) e os reservatórios do Carvalhido (114 metros) e Pasteleira (62 metros), deveriam ser abastecidos a partir de Jovim (140 metros).

O referido reservatório de Ramalde passaria, então, a abastecer apenas o reservatório dos Congregados (160 metros) e, directamente, a zona mais alta da cidade, entre as cotas 140 e 160 metros.

Numa primeira iteração, para redefinir as áreas de influência dos diferentes reservatórios existentes, foram definidos patamares de pressão a partir das curvas de nível, garantindo alturas piezométricas entre 20 e 60 metros de água na rede de distribuição em cada zona, Figura 2.

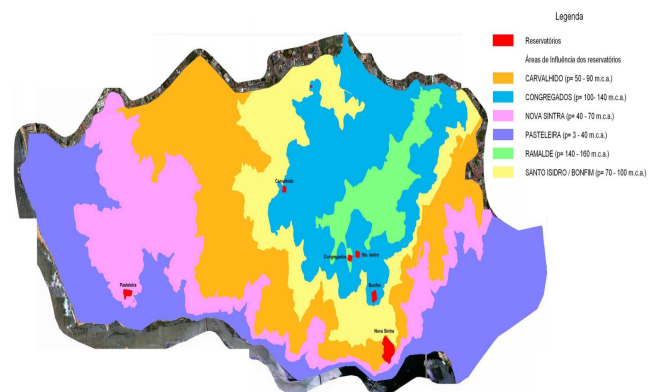


Figura 2. Novas zonas de distribuição: situação de partida.

Estas novas zonas de abastecimento tiveram de ser adaptadas ao traçado da rede e dos arruamentos existentes.

O novo sistema de abastecimento, inteiramente gravítico a partir dos pontos de entrega da Águas do Douro e Paiva, é apresentado na Figura 3.

A implementação da nova solução implica a construção de apenas 4 000 metros de condutas, com diâmetros entre 150 e 800 mm e a instalação de algumas válvulas redutoras de pressão, com um investimento de cerca de um milhão de euros, excluindo a instrumentação, designadamente no que se refere a controlo de níveis, pressões, velocidades e caudais, que seria necessária, em qualquer caso, para controlo do sistema.

4. Verificação Hidráulica

Para validar e detalhar a solução proposta, foi criado um modelo simplificado da rede, recorrendo ao programa de simulação EPANET, versão 2.0.

Numa fase inicial, foram incluídas no modelo as condutas de diâmetro igual ou superior a 200 milímetros, e os consumos nos nós foram estimados dividindo igualmente o consumo efectivamente medido em cada uma das actuais zonas de abastecimento pelo número de nós.

Foram estudados três cenários de consumo diário para as zonas de distribuição correspondentes à nova solução, respectivamente, 85 000 m³/dia (cenário 1), 96 000 m³/dia (cenário 2) e 68 000 m³/dia (cenário 3).

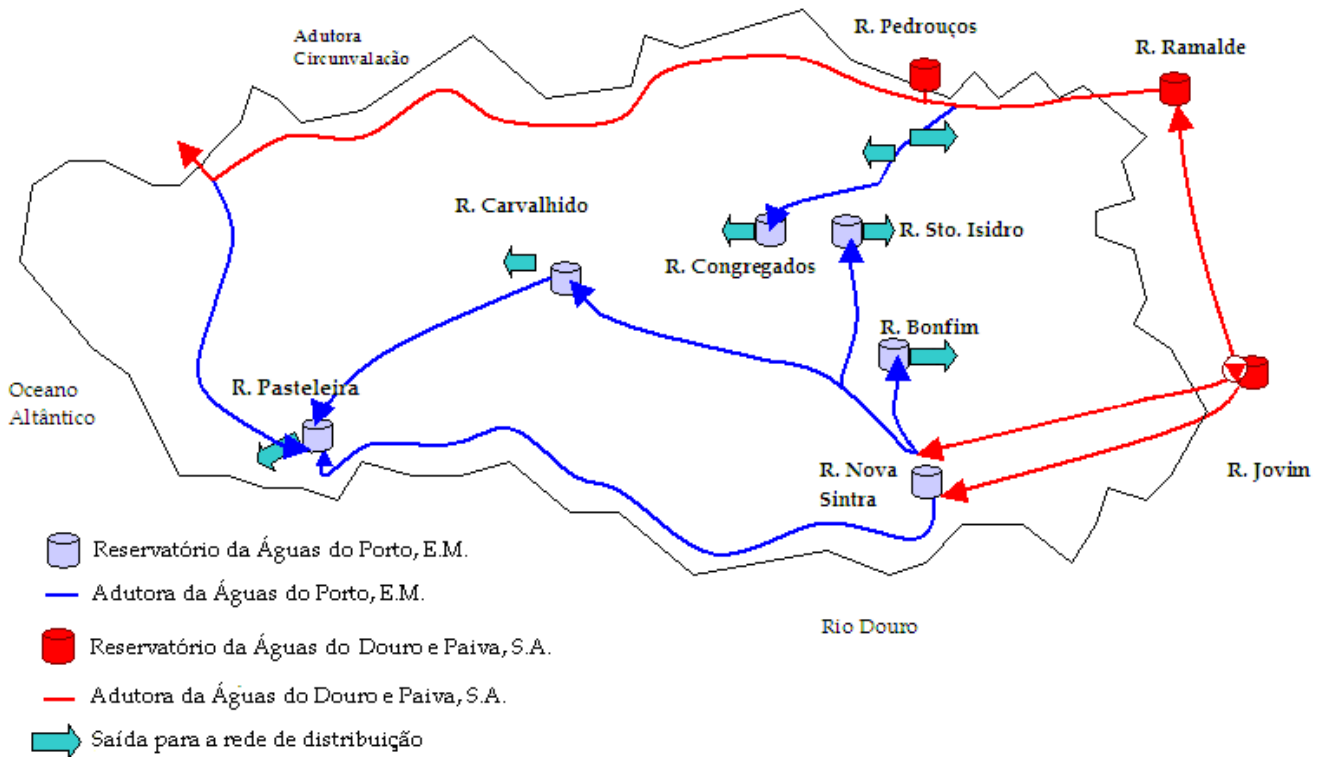


Figura 3. Solução de abastecimento “Porto Gravítico”.

No entanto, a redução das perdas que se tem verificado permite inferir que o cenário 3, de menor consumo, será o mais realista a curto prazo.

Os consumos base em cada nó foram recalculados, em cada cenário, de forma a manterem o mesmo peso em termos do consumo total correspondente.

Os padrões de variação horária de consumos ao longo do dia foram definidos com base nos registos em tempo real obtidos a partir do sistema de telemetria entretanto instalado, Figura 4.

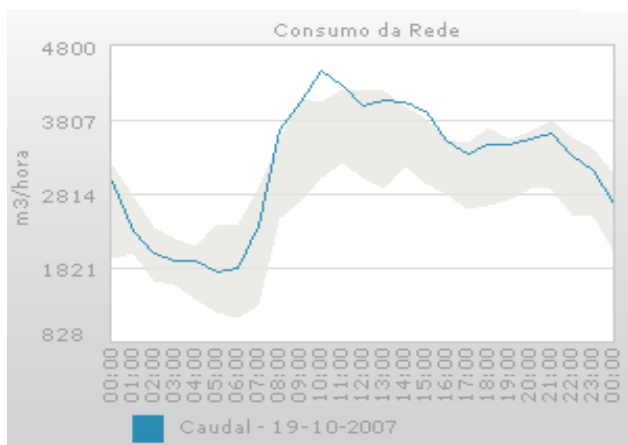


Figura 4. Variação de consumos na rede ao longo do dia.

Para a zona mais alta da cidade, em que as pressões mínimas estavam mais perto dos limites e para algumas zonas de fronteira entre zonas, o modelo foi refinado com a introdução das condutas de menor diâmetro e com a estimativa de consumos nos nós de forma mais precisa, a partir dos consumos efectivamente registados em cada rua.

Apresentam-se, nas Figuras 5 e 6, as pressões máximas e mínimas da rede nas horas de maior e menor consumo, respectivamente às 08:00h e às 05:00h, para as situações mais desfavoráveis: o cenário 2 para verificação das pressões mínimas e o cenário 3 para as pressões máximas.

A análise das Figuras 5 e 6, permite constatar que os valores das pressões máximas e mínimas na rede obtidos pelo modelo realizado são, na sua quase totalidade, aceitáveis (situam-se entre os 20 e 60 m.c.a.).

Foi ainda analisado o comportamento das velocidades máximas nas condutas para a nova solução de abastecimento e distribuição proposta, de forma a identificar as condutas que necessitam de ser reforçadas ou substituídas.

Os resultados obtidos são apresentados na Figura 7.

A implementação da solução proposta deverá ser precedida de uma modelação mais pormenorizada, incluindo também as condutas distribuidoras de menor diâmetro.

Deste modo será possível identificar e corrigir problemas localizados que, inevitavelmente, surgem quando se introduzem alterações desta dimensão num sistema existente.

A afinação da solução passa pelo controlo, por telemetria, da pressão e da velocidade nos pontos críticos da rede e pela definição de novas zonas de medição e controlo, de dimensão progressivamente mais reduzida.

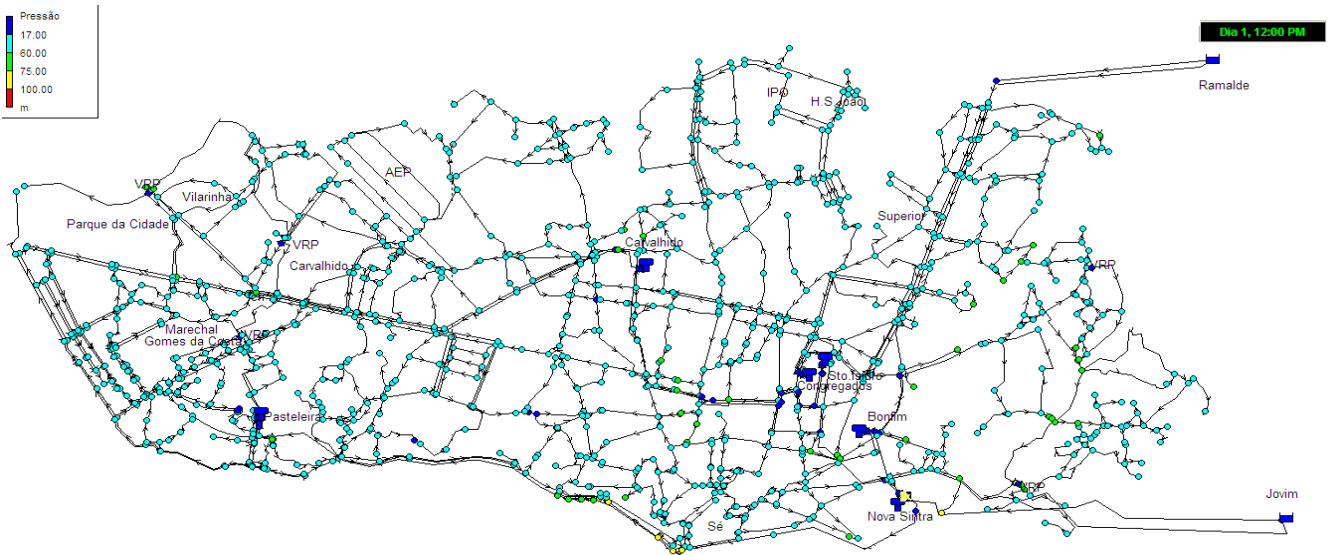


Figura 5. Pressões mínimas (Cenário 2).

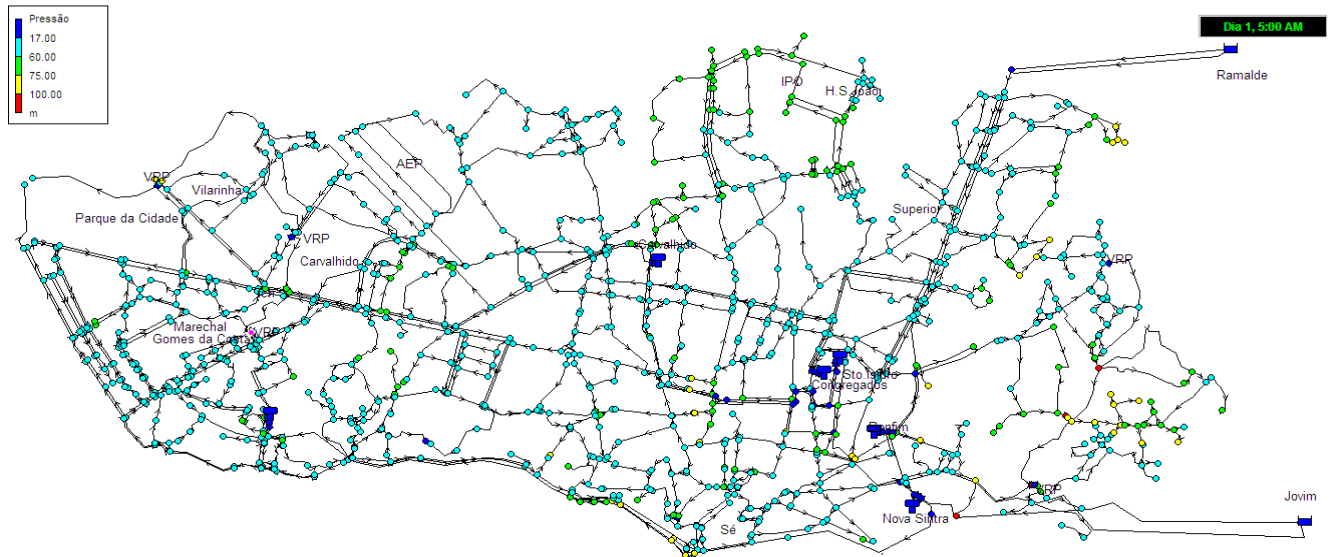


Figura 6. Pressões máximas (Cenário 3).

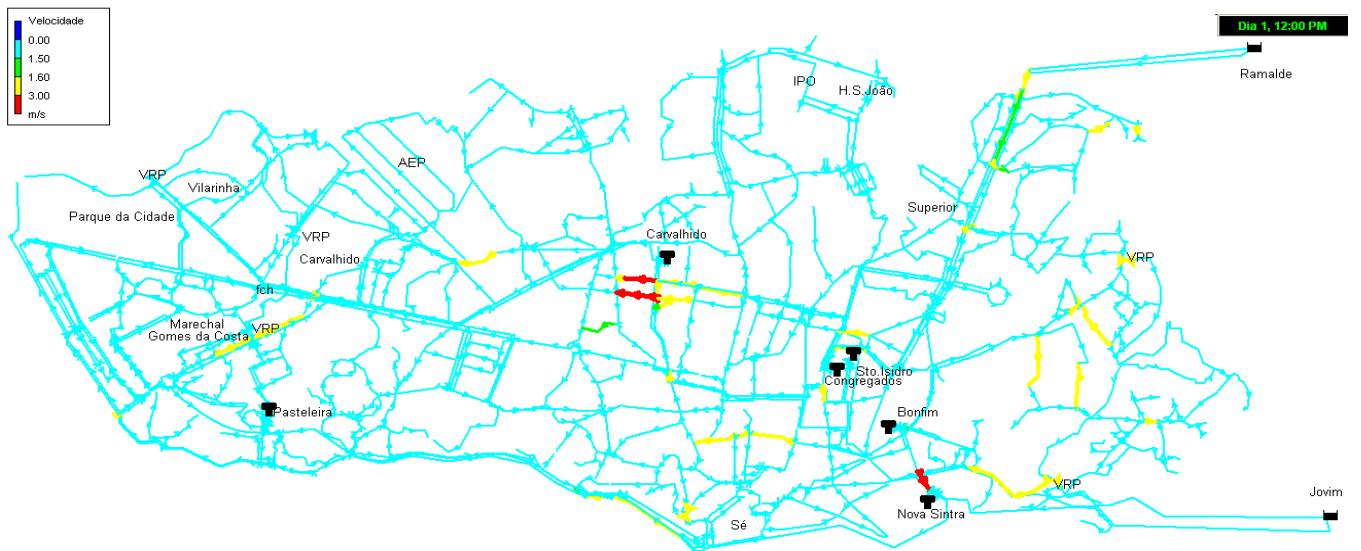


Figura 7. Velocidades máximas (Cenário 2).

5. Síntese e Conclusões

Com a solução apresentada consegue-se garantir o abastecimento gravítico de água a toda a cidade a partir dos pontos de entrega existentes, sem necessidade de recorrer às actuais estações elevatórias que, no entanto, serão mantidas em condições de operacionalidade, de forma a poderem entrar em funcionamento em casos de emergência.

Confirma-se, assim, a validade do conceito subjacente ao Projecto Porto Gravítico.

Este modelo contempla novas zonas de abastecimento e percursos alternativos para a água no interior da cidade, por via da criação de um anel central de condutas principais, que pode ser abastecido de múltiplas formas a partir do sistema de Águas do Douro e Paiva.

Conduz, ainda, a uma maior estabilidade das pressões na rede e elimina os pontos de pressões excessivamente elevadas, contribuindo assim, também, para reduzir as perdas na rede.

A solução apresentada é, assim, mais fiável e de funcionamento mais simples e económico que a actual, permitindo uma poupança anual superior a 1,1 milhões de euros em termos de custos de funcionamento e dispensa, ainda, a construção dos reservatórios do Covelo e da Prelada, previstos em estudos anteriores, com uma poupança de cerca de 12 milhões de euros.

Créditos e Agradecimentos

O conceito do Projecto Porto Gravítico foi desenvolvido pelo primeiro autor, no âmbito da sua actividade de coordenação da Comissão de Estruturação da empresa Águas do Porto, E.M.

O modelo matemático da rede foi desenvolvido pela segunda autora, com apoio da Engenheira Fernanda Lacerda, responsável pela unidade de Controlo Activo de Perdas da empresa Águas do Porto, que colaborou também na implementação da solução apresentada e na orientação do estágio.

O Engenheiro Guilherme Fontes, Director Técnico, o Engenheiro José Padilha, o Senhor António Magalhães, Encarregado Geral e a excelente equipa de exploração da empresa Águas do Porto E.M., através do seu conhecimento profundo da rede da cidade, contribuíram decisivamente para a validação da solução.

Referências

- EPA - Environmental Protection Agency, 2000: EPANET2 Users Manual.
- WWW: Águas do Porto, E.M, Março 2007, <http://www.aguasdoporto.pt>.
- WWW: Águas do Douro e Paiva, S.A, Março 2007, <http://www.addp.pt>.